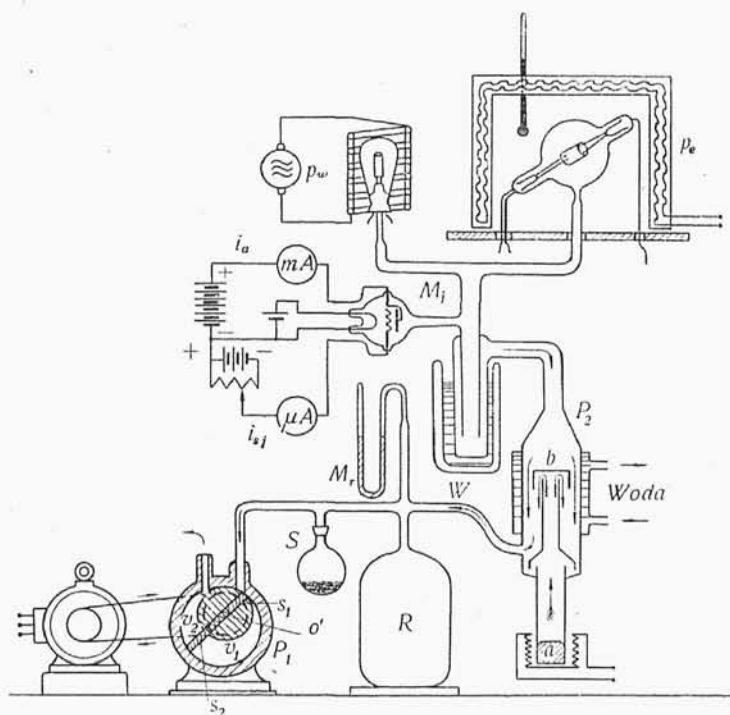


## V FABRYKACJA I TYPY LAMP ELEKTRONOWYCH

**Fabrykacja.** Fabrykacja lamp elektronowych podobna jest w zasadzie do fabrykacji żarówek. Różnica wywołana jest tu bardziej skomplikowaną konstrukcją elektrod, stosowaniem specjalnych materiałów i koniecznością wytworzenia znacznie lepszej próżni. W lampach o chłodzeniu anody przez przewodzenie (w dużych lampach nadawczych i w odbiorczych, tzw. metalowych) wchodzi tu jeszcze w grę połączenia szkła z metalem, wymagające specjalnej techniki szklarskiej.

Główną przyczynę trudności wytworzenia i utrzymania bardzo dobrej próżni stanowi obecność w lampie stosunkowo dużej ilości mas metalowych, nagrzewających się podczas pracy. Jak wiadomo, wszelkie ciała, nawet o strukturze tak ściśle jak metale lub szkło, posiadają własności gromadzenia na swej powierzchni i w swym wnętrzu różnych par i gazów (z którymi dane ciało pozostawało w zetknięciu), zwanych gazami okludowanymi. Gazy te, nie usunięte podczas procesu fabrykacji, mogą być w pewnych warunkach uwalniane przez masy metalowe lub ściany bańki, pogarszając próżnię. Wyswabianie gazów okludowanych następuje w próżni szczególnie intensywnie pod wpływem wysokiej temperatury; zatem, przy opróżnianiu wnętrza bańki podczas fabrykacji lampy, wszystkie masy, będące w zetknięciu z próżnią, winny być podgrzane do temperatury wyższej aniżeli ta, jaką kiedykolwiek mogłyby one mieć później podczas normalnego użytkowania lampy. Z zagadnieniem tym, jak widzieliśmy, wiąże się sprawa wyboru odpowiedniego materiału na elektrody, oraz na bańkę, a następnie dostateczne oswobodzenie tych części z gazów okludowanych.

Doprowadzanie elektrod do wysokiej temperatury podczas opróżniania bańki uskutecznia się bądź drogą bombardowania elektronowego (przez przyłożenie wysokiego napięcia między rozżarzoną katodą a daną elektrodą), bądź też przy pomocy prądów wirowych (przez umieszczenie bańki z elektrodami w polu magnetycznym cewki, zasilanej przez generator prądów wielkiej częstotliwości).



Rys. V,1. Schemat instalacji do pompowania lamp elektronowych.

$P_1$  — pompa rotacyjna, wytwarzająca próżnię wstępną (napędzana silnikiem); szyby  $s_1$  i  $s_2$ , dociskane przy pomocy sprężyny do ścian wewnętrznych pompy, obracając się około mimośrodowo umieszczonej osi, zasysają powietrze z objętości  $v_1$  (z kanału próżniowego) i wypychają go do objętości  $v_2$ , połączonej z otoczeniem.  $S$  — suszka, wypełniona substancją pochłaniającą parę wodną (np. pięciotlenkiem fosforu).  $R$  — zbiornik próżni.  $M_r$  — manometr rtęciowy.  $P_2$  — pompa dyfuzyjno-kondensacyjna: strumień par rtęci (strzałki pierzaste) z podgrzewanego elektrycznie zbiornika  $a$ , po zawróceniu pod daszkiem  $b$ , porywa ku dołowi cząsteczki powietrza (strzałki zwykłe) z kanału próżniowego, a następnie skrapla się na (chłodzonych wodą) wewnętrznych ściankach pompy i sływa z powrotem do zbiornika; przeniesione w ten sposób do dolnej części pompy cząsteczki powietrza zostają odprowadzane stamtąd przez pompę  $P_1$ .  $W$  — wymrażarka par rtęci: naczynie labiryntowe, zanurzone w mieszaninie mrożącej (np. w dewarze z ciekłym powietrzem).  $M_j$  — manometr jonizacyjny: prąd anodowy na przestrzeni „anoda-katoda” jonizuje resztki gazów; prąd jonowy siatki (która posiada ujemny potencjał) jest miarą stanu próżni.  $P_e$  — piec elektryczny do wygrzewania banki lampy.  $P_w$  — piec wielkiej częstotliwości do wygrzewania elektrod prądami wirowymi.

Opróżnianie lamp elektronowych (rys. V,1) odbywa się przy pomocy pomp dyfuzyjnych \*), działających na zasadzie ssących własności strumienia par rtęci. Pozostałe w opróżnianej aparaturze pary rtęci wymraża się przy pomocy ciekłego powietrza lub innych mieszanin chłodzących \*\*).

Dalsze polepszanie próżni może następować na drodze chemiczno-fizycznej już w samej lampie (nawet odtopionej od pompy); uskutecznia się to przy pomocy pewnych substancji chłono-wiązujących (tzw. „getter“ czyli pochłaniacz), umieszczanych podczas montażu elektrod wewnątrz bańki. Substancje te, rozpylone na wewnętrznych ściankach bańki (na dużej powierzchni), wchodzi częściowo od razu w związek chemiczny z resztkami gazów, dając ciało stałe (pochłanianie objętościowe), częściowo zaś działają adsorbująco na cząsteczki resztek gazów, wyłapując je stopniowo (pochłanianie powierzchniowe) w miarę tego jak gazy zostają ew. wydzielane podczas pracy lampy. Tą drogą daje się uzyskać próżnię rzędu  $10^{-8}$  mmHg. Jako pochłaniacze stosuje się substancje takie jak np.: magnez, bar (z glinem i magnezem), które (w postaci tabletki) umieszczone na zewnętrznej powierzchni anody lub na specjalnej płytce, rozpyla się przez rozżarzenie jej prądami wirowymi lub bombardowaniem elektronicznym. Pochłaniacze te tworzą dobrze znany nalot na bańce (lustro magnetyczne — srebrne, lub barowe — ciemno brunatne).

Fabrykacja lamp odbiorczych (małych typów) przeprowadzana bywa zazwyczaj masowo na automatach. Natomiast lampy nadawcze, szczególnie duże typy o chłodzeniu przez przewodzenie, wykonywane są pojedynczo, a następnie przez szereg godzin pompowane przy jednoczesnym starannym wygrzewaniu bańki (piecem zewnętrznym) i elektrod (bombardowaniem).

Lampy po odcięciu od pompy poddawane są procesom formowania (zależnym od rodzaju katody), próbom elektrycznym, a następnie ostatecznemu wykończeniu (np. cokołowaniu itp.).

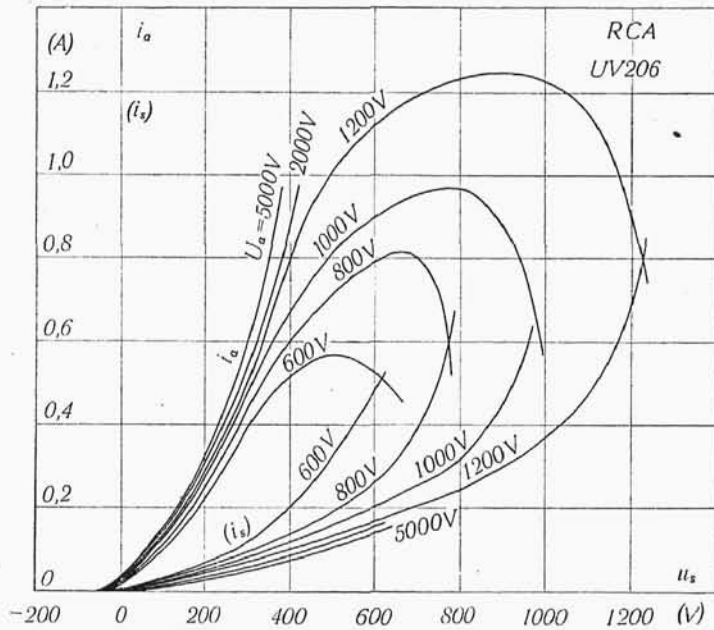
**Typy lamp elektronowych.** Lampy elektronowe jedno- i wielosiatkowe, podobnie jak lampy dwuelektrodowe, można podzielić — do pewnego stopnia — na nadawcze i odbiorcze. Różnica między tymi dwiema grupami polega na wielkości wchodzących w grę mocy elektrycznych.

**L a m p y n a d a w c z e,** głównie triody (ostatnio tetrody a zwłaszcza pentody), posiadają przeważnie, szczególnie jeśli chodzi o duże moce, katody wolframowe, żarzone bezpośrednio. Do mocy admisyjnej, średnio biorąc, 1 kW chłodzenie anody odbywa się przez promieniowanie (bańka

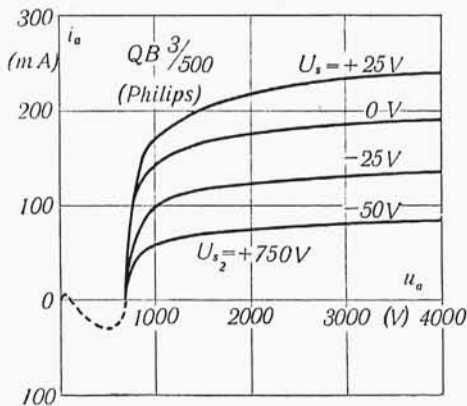
\*) Pompy takie wymagają próżni wstępnej, otrzymywanej przy pomocy pomp rotacyjnych lub tłokowych.

\*\*) Ostatnio wchodzi w użycie pompy dyfuzyjne, w których — zamiast rtęci — stosuje się specjalny gatunek oleju (o niskim ciśnieniu par) niewymagający wymrażania.

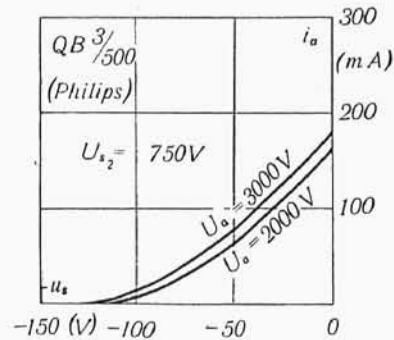
lampy szklana), przy mocach ponad kilka kilowatów — chłodzenie bywa przez przewodzenie (anoda zewnętrzna — chłodzenie wodne, lub — przy falach krótkich — olejowe). Ostatnio zaczęto stosować lampy z anodą zew-



Rys. V.2.



Rys. V.3.



Rys. V.4.

nętrzną (z ew. radiatorem żeberkowym), chłodzoną przez naturalny (lub zwiększony przez wentylator) opływ powietrza. Lampy nadawcze mniejszej mocy bywają budowane również z katodami torowanymi lub tlenkowymi.

TABLICA V.1.

Triody nadawcze.

	T y p	$U_k$	$I_k$	$I_{ec}$	$U_a$	$P'_{a \max}$	$K_a$	$\varphi_a$	$C_{as}$	Uwagi
		V	A	A	kV	kW	V/V	k $\Omega$	pF	
Marconi's Wireless Electr. Co	MT 5	5,8	2	0,1	0,5 ÷ 1,5	0,015	40	100	5	
	ACT 5	6	0,55		1,5	0,015	44	50		<sup>1)</sup> <sup>5)</sup>
	DET 1 S.W	6	2	0,5	0,8	0,040	8,5	5		<sup>2)</sup> <sup>6)</sup>
	DET 12	7,5	3,2		1,2	0,050	10	5		<sup>2)</sup> <sup>13)</sup> <sup>14)</sup>
	MT 7 B	15	10	0,4	10	0,500	35	30	10	
	ACT 9	16	22	2	4 ÷ 10	0,8 ÷ 1,1	40	13	16	<sup>1)</sup>
	CAT 15	11	50	4,5	5	2,5	50	20	7,5	<sup>3)</sup>
	CAM 2	17	24	2	10 ÷ 12	5	25	5	18	<sup>3)</sup> <sup>4)</sup>
	CAT 14	32	460	100	20	150	45	1	51	<sup>3)</sup>
Philips	TC <sup>03</sup> / <sub>5</sub>	4	0,28	0,1	0,3	0,006	6	4		<sup>5)</sup> <sup>12)</sup>
	F 708	7,5	1,1	0,8	0,45	0,012	8	5		
	MC <sup>1</sup> / <sub>50</sub>	4	3,3	1,3	1	0,075	12	2		<sup>4)</sup> <sup>5)</sup> <sup>12)</sup>
	TB <sup>2</sup> / <sub>250</sub>	11	3,8	2	2	0,2	25	8		<sup>2)</sup> <sup>12)</sup>
	TA <sup>12</sup> / <sub>20000</sub>	21	79	11	12	12	34	4		<sup>3)</sup> <sup>12)</sup>
Telefunken	RS 242	3,8	0,65	0,3	0,3	0,012	15	4		<sup>5)</sup>
	RS 276	10	2	0,4	1	0,04	22	8		<sup>2)</sup> <sup>9)</sup>
	RS 253	10	17	1,2	12	0,8	50	25		
	RS 250g	17	120	1,0	11	12	77	6		<sup>3)</sup> <sup>10)</sup>
	RS 300	17	2000	200	10	160	110	0,5		<sup>3)</sup> <sup>7)</sup> <sup>8)</sup> <sup>11)</sup>
Tungsram	O <sup>15</sup> / <sub>400</sub>	4	1		6	0,005	8	1,6		<sup>5)</sup>
	OP <sup>70</sup> / <sub>1000</sub>	10	1,5		1	0,075	10	2,5		<sup>5)</sup>
	O <sup>1500</sup> / <sub>5000</sub>	10,5	41		6	1,5	20	9		
Amerykańskie	801	7,5	1,85		3	0,02	8	4		<sup>2)</sup>
	204 A	11	3,9		0,6	0,25	23	20		
	862	33	207		12 ÷ 18	100	48	0,5		<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Anoda zewnętrzna, chłodzenie powietrzne przez przewodzenie. <sup>2)</sup> Katoda torowana. <sup>3)</sup> Chłodzenie wodne. <sup>4)</sup> Lampa modulacyjna. <sup>5)</sup> Katoda tlenkowa. <sup>6)</sup> Lampa specjalna do fal bardzo krótkich. <sup>7)</sup> Katoda tantalowa. <sup>8)</sup>  $C_{as} = 120$ ;  $C_{ak} = 40$ ;  $C_{sk} = 240$  pF. <sup>10)</sup> Ilość wody chłodzącej: 15 litrów na min. <sup>11)</sup> Ilość wody chłodzącej: 125 litrów/min. <sup>12)</sup> Moc admissyjna próbna mniej więcej o 25% większa od  $P'_{a \max}$ . <sup>13)</sup> Anoda grafitowa. <sup>14)</sup> Dla fal ultrakrótkich.

TABLICA V.2.

Tetrody i pentody nadawcze.

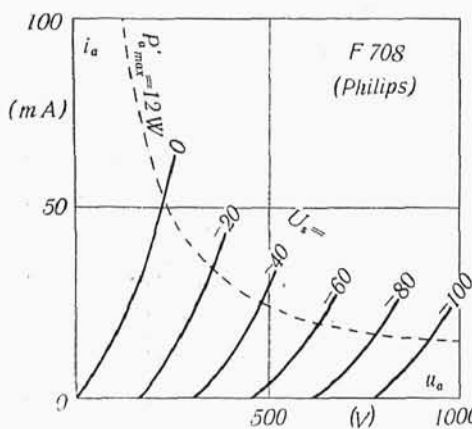
Firma	Typ	Ilość elektrod	$U_k$	$I_k$	$I_{cc}$	$U_a$	$U_{s_2}$	$P'_{a \max}$	$P'_{s_2 \max}$	$K_a$	$\varphi_a$	$C_{as}$	Uwagi
			V	A	A	kV	kV	kW	kW	V/V	kΩ	pF	
Marconi	A C S 1	4	10	3		2	0,5	0,075	0,01	218	100	0,06	<sup>1)</sup> <sup>2)</sup>
	P T 5	5	4	1,7		1,25	0,3	0,04	0,01			0,03	<sup>2)</sup> <sup>3)</sup>
Philips	Q C <sup>05</sup> / <sub>15</sub>	4	4	1,1	0,4	0,5	0,1	0,015	0,006			0,001	
	Q B <sup>3</sup> / <sub>500</sub>	4	11	10	7	3	0,7	0,35	0,1			0,02	
	P C <sup>1,5</sup> / <sub>100</sub>	5	10	2	2	1,5	0,3	0,075	0,025			0,06	
Telefunken	R S 337	5	12	2,8		1,5	0,5	0,11	0,025	33	10	0,05	
	R S 389	5	12,5	0,7		0,45	0,2	0,012	0,003	50	10	1	
	R S 291	4	8	1,5	0,8	1,5	0,35	0,11	0,015	66	20	0,4	
Tung- strom	O S <sup>6</sup> / <sub>300</sub>	4	4	0,34		0,3	0,15	0,006		30	15	2	
Amery- kańskie	807	4	6,3	0,9	0,5	0,6	0,3	0,025	0,004			0,2	<sup>1)</sup>
	861	4	11	10		3,5	0,5	0,4	0,04				<sup>2)</sup>
	803	5	10	5		2	0,5	0,12	0,03				

Lampy dla fal krótkich odznaczają się szczególnie małymi pojemnościami międzyelektrodowymi, grubszymi doprowadzeniami elektrod (ze względu na większe prądy pojemnościowe) oraz specjalnym rozmieszczeniem i zamocowaniem elektrod (ze względu na straty w materiałach izolacyjnych występujące przy prądach wielkiej częstotliwości).

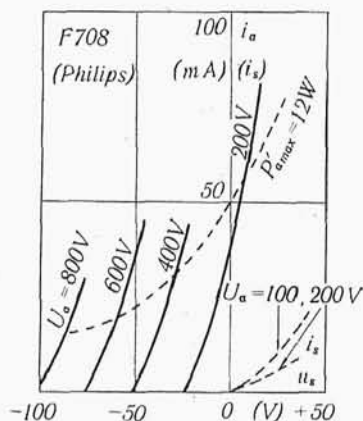
Na ogół ze wzrostem mocy (napięcia anodowego), współczynnik amplifikacji lamp nadawczych rośnie, zaś oporność wewnętrzna maleje. Napięcie żarzenia bywa stosunkowo niskie, rzędu kilkunastu - kilkudziesięciu woltów, prąd żarzenia osiąga natomiast w dużych lampach wartości aż do paru tysięcy amperów. Napięcie anodowe dochodzi do kilkunastu kilowoltów.

W tablicach V, 1 i V, 2 przytoczono, tytułem przykładu, niektóre zasadnicze dane dla szeregu różnych, bardziej charakterystycznych lamp nadawczych kilku firm, zaś na rysunkach V, 2, 3, 4, 5, 6, i 7 podano dla niektórych z tych lamp przebieg charakterystyk prądu anodowego.

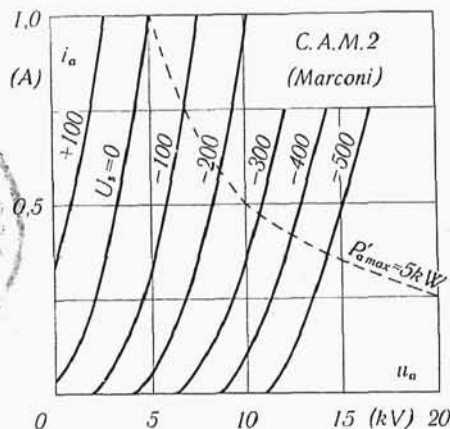
<sup>1)</sup> Katoda torowana. <sup>2)</sup> Lampa specjalna dla fal krótkich. <sup>3)</sup> Katoda tlenkowa.  
<sup>4)</sup> Lampa strumieniowa.



Rys. V.5.



Rys. V.6.



Rys. V.7.

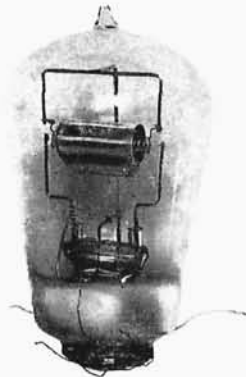
Lampy odbiorcze wykonywane są dziś przeważnie z katodami tlenkowymi, torowanymi, rzadziej wolframowymi; napięcie żarzenia bywa rzędu kilku woltów<sup>\*)</sup>. Napięcia anodowe nie są tu na ogół wyższe od paru set woltów. W triodach współczynnik amplifikacji nie przekracza zazwyczaj kilkudziesięciu, w tetrodach i pentodach jest znacznie większy i nierzadko przekracza tysiąc.

Niektóre dane dla bardziej charakterystycznych typów lamp odbiorczych znajdują się w tablicy V.3, zaś na rysunkach V.8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 i 16 podano pewne ich charakterystyki.

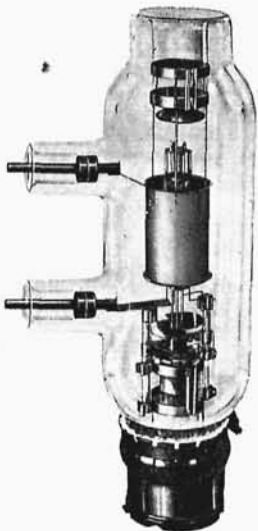
<sup>\*)</sup> Budowane są również lampy (o żarzeniu pośrednim) na wyższe napięcie żarzenia do zasilania z sieci oświetleniowej.



1. Układ elektrod triody nadawczej małej mocy (MT 5 — Marconi). (Skala 1 : 2).



2. Specjalna trioda z siatką oscylującą dla fal centymetrowych.—Wykonanie Państw. Inst. Telekom. (Skala 1 : 2).



3. Trioda nadawcza dla fal ultrakrótkich (Siemens). (Skala 1 : 6).

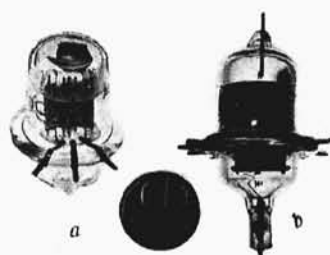


4. Pentoda nadawcza dla fal ultrakrótkich (PA 12/15 Philips). (Skala 1 : 6).

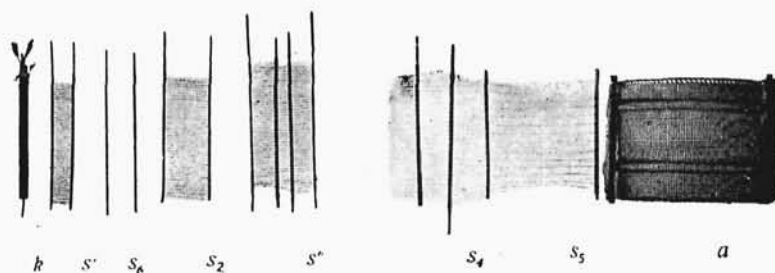




1. Zespół elektrod duodiody-triody ABC 1 (Philips). (Skala 2:3).

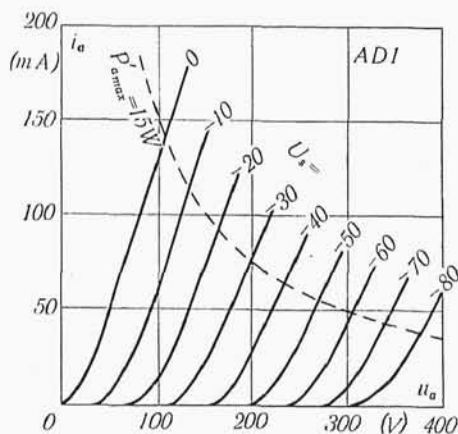


2. Trioda i pentoda dla fal ultrakrótkich „acorn” typu „955” i „954” (R. C. A.).

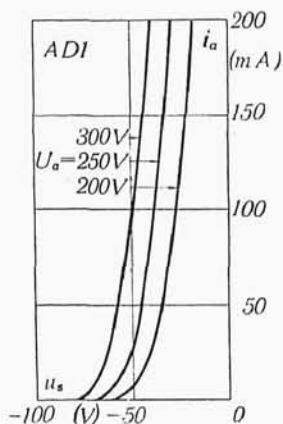


3. Zespół elektrod oktody AK 1 (Philips). (Skala 3:4).

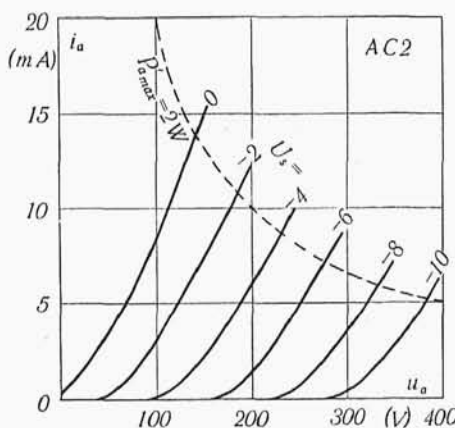
Z pośród triod należy zwrócić uwagę na triodę tzw. elektrometryczną „4060”, wyróżniającą się szczególnie doskonałą izolacją siatki oraz dobrą próżnią, dzięki czemu prąd siatki w tej lampie jest rzędu  $10^{-14}$  A.



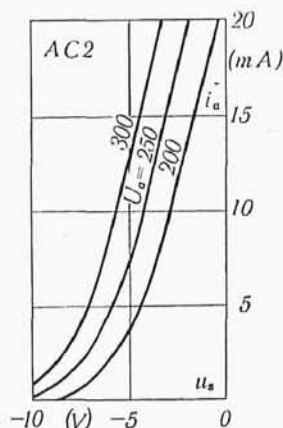
Rys. V.8.



Rys. V.9.

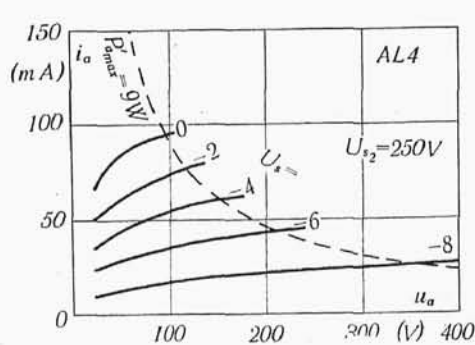


Rys. V.10.

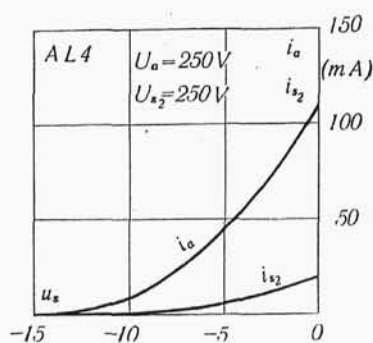


Rys. V.11.

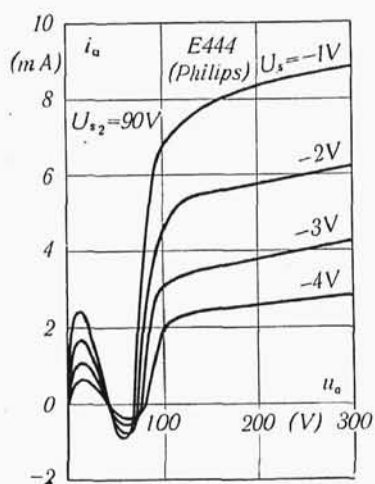
Lampę tę stosuje się czasami jako pierwszą lampę amplifikacyjną układów pomiarowych, gdy chodzi o nieobciążanie prądem źródła mierzonego napięcia.



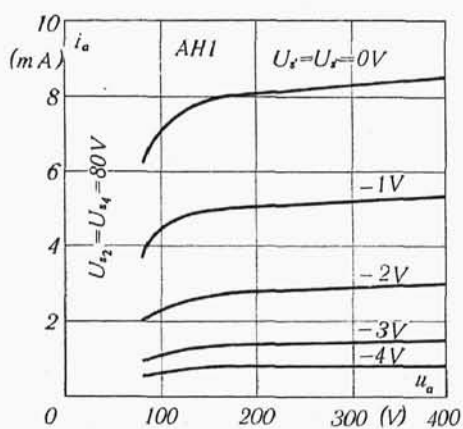
Rys. V.12.



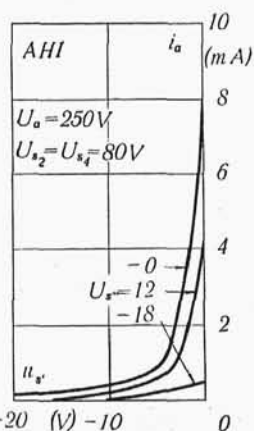
Rys. V.13.



Rys. V.14.



Rys. V.15.



Rys. V.16.

TABLICA V.3.

Triody, tetrydy, pentody, heksody i oktody odbiorcze.

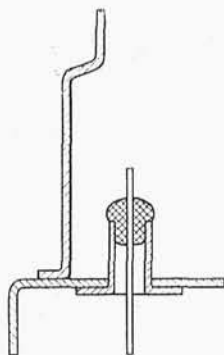
Typ	Ilość elek- trod	Zarządzenie	$U_k$	$I_k$	$U_{ao}$	$-U_{so}$	$I_{ao}$	$U_{s_2}$	$K_a$	$S_a$	$\rho_a$	$P'_{amax}$	$P'_{s_2max}$	$C_{as}$	$C_{ak}$	$C_{sk}$	Uwagi
			V	A	V	V	mA	V	V/V	mA/V	kΩ	W	W	pF	pF	pF	
AC 2	3	p <sup>1)</sup>	4	0,65	250	5,5	6		30	2,5	12	2		1,7	4,5	4,9	
AD 1	3	b <sup>**)</sup>	4	0,95	250	4,5	60		4	6	0,7	15					
KC 1	3	b	2	0,065	135	1,5	1,2		25	0,6	40	0,5		3,5	2	3	
4060	3	b	0,7	0,6	4	2,5	0,1		0,5÷1	0,03	—						1)
955	3	p	6,3	0,15	180	5	4,5		25	2	12,5	1,5		1,4	0,6	1,0	2)
KDD 1	2×3	b	2	0,22	135	0	2×1,5		40	2	20						3)
ABC 1	2×2+3	p	4	0,65	250	7	4		27	2	13,5	1,5					4)
E 444	4	p	4	1,1	200	2,3	0,9	45	800	0,8	1000	1	0,25	0,003	7	10	5)
RENS 1204	4	p	4	1,0	200	2	4	60	400	1	400			<0,02			6)
AF 7	5	p	4	0,65	250	2	3	100	4000	2	200	1	0,3	<0,003	7,6	6,4	
KF 3	5	b	2	0,05	135	0,5	2	135	850	0,65	1300	0,7	0,2	<0,006	5,1	5,7	7)
AL 4	5	b	4	1,75	250	6	36	250	475	9,5	50	9	1,5				
954	5	p	6,3	0,15	250	5	2	100	2000	1,3	1500			0,007	3	3	2)
6 F 6	5	p	6,3	0,7	315	22		315	200	2,6	75	13	2,5				9)
AH 1	6	p	4	0,65	250	2	1,7	80	1100	0,55	2000	1,5	0,5	$C_{s,a} < 0,003$ $C_{s,s_1} < 0,25$			8)
AK 2	8	p	4	0,65	250	24	0,5		1000	1,00	1000						

<sup>1)</sup> Lampa elektrometryczna (Philips), <sup>2)</sup> t. zw. „acorn” (RCA), <sup>3)</sup> duotrioda, <sup>4)</sup> duotrioda-trioda, <sup>5)</sup> Philips, <sup>6)</sup> Telefunken.  
<sup>7)</sup> Lampa o zmiennym współczynniku amplifikacji, <sup>8)</sup>  $U_{s1} = -12$  V, <sup>9)</sup> Lampa całkowicie metalowa (amerykańska).

<sup>\*</sup>) p — żarzenie pośrednie, <sup>\*\*)</sup> b — żarzenie bezpośrednie.

Z innych lamp, lampy 954 i 955, tzw. „acorn” \*), przeznaczone do fal ultrakrótkich, odznaczają się bardzo małymi wymiarami (np. odległość siatki od katody jest rzędu ok. 0,1 mm).

Lampa 6F6 (amerykańska) jest całkowicie metalowa: powłoka lampy (spawana elektrycznie) oraz doprowadzenia elektrod wykonane są ze spe-



Rys. V,17,

cialnego stopu, np. żelaza z niklem lub kobaltom (Kovar, Fernico lub tp.), o współczynniku rozszerzalności podobnym jak dla szkła; izolację doprowadzeń uzyskuje się tu przy pomocy zatopionych perełek z twardego szkła (rys. V, 17).



\*) po ang. żoładź.